

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-134649
(P2000-134649A)

(43)公開日 平成12年5月12日(2000.5.12)

(51)Int.Cl.⁷
H 04 Q 3/52
H 04 B 10/02
H 04 J 1/02
H 04 L 12/24
12/26

識別記号

F I
H 04 Q 3/52
H 04 J 1/02
H 04 B 9/00
H 04 L 11/08

テマコト[®](参考)
C 5 K 0 0 2
5 K 0 2 2
T 5 K 0 3 0
5 K 0 6 9

審査請求 未請求 請求項の数5 O.L. (全10頁)

(21)出願番号 特願平10-299929

(22)出願日 平成10年10月21日(1998.10.21)

(71)出願人 000003078

株式会社東芝
神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 小関 健
埼玉県川口市栄町3丁目11番17号 903号
室

(72)発明者 大島 茂
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内

(74)代理人 100058479
弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

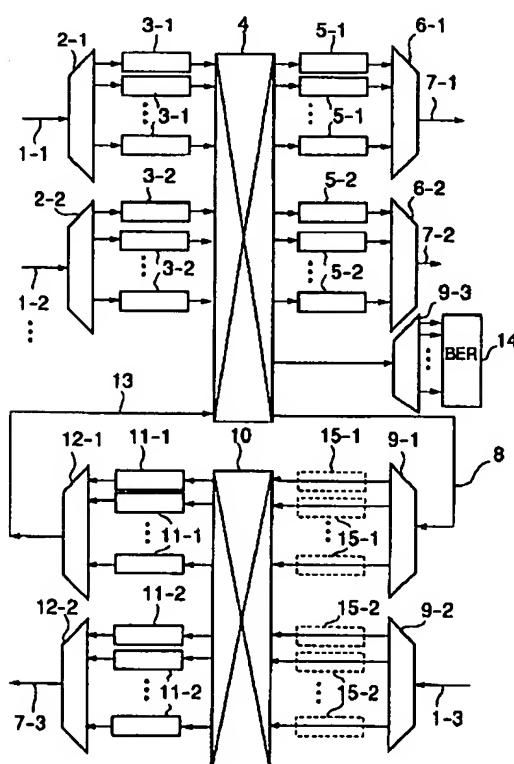
最終頁に続く

(54)【発明の名称】光クロスコネクト装置

(57)【要約】

【課題】扱う波長多重光信号の波長多重数が多くなっても小さな規模で実現できる光クロスコネクト装置を提供する。

【解決手段】第1入力ポート1-1, 1-2に入力される波長多重光信号が第1の光分波器2-1, 2-2により波長バンド毎に分波され、波長変換器3-1, 3-2で共通の波長バンドに変換された後、第1の光マトリクススイッチ4により波長バンド単位で切り替えられ、第1の光合波器5-1, 5-2により合波された後、第1出力ポート7-1, 7-2より出力される。さらに、光信号の切り替えを波長チャネル単位で行う第2の光マトリクススイッチ10と、第2の分波器9-1, 9-2、波長変換器11-1, 11-2および第2の光合波器12-1, 12-2により、当該ノードからの波長チャネル単位の光信号の分岐および当該ノードへの波長チャネル単位の光信号の挿入が行われる。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】第1入力ポートにそれぞれ入力される波長多重光信号を複数の波長チャネルを収容した波長バンド毎に分波する第1の光分波器と、

前記第1の光分波器により分波された各波長バンドの光信号を複数の第1入力端にそれぞれ受け、複数の第1出力端の各一つからそれぞれ一括して出力する第1の光マトリクススイッチと、

前記第1の光マトリクススイッチの任意の複数の第1出力端から出力される各波長バンドの光信号を任意の組み合わせで合波して第1出力ポートより出力する第1の光合波器と、

前記第1の光マトリクススイッチの少なくとも一つの第2出力端から出力される分岐されるべき波長チャネルを含む波長バンドの光信号を波長チャネル毎に分波する第2の光分波器と、

前記第2の光分波器により分波された波長バンドの各波長チャネルの光信号を複数の第1入力端に受けて複数の第1出力端の各一つから第2出力ポートへ出力し、挿入されるべき各波長チャネルの光信号を複数の第2入力端に受けて複数の第2出力端の各一つから出力する第2の光マトリクススイッチと、

前記第2の光マトリクススイッチの第2出力端から出力される各波長チャネルの光信号を合波して前記第1の光マトリクススイッチの少なくとも一つの第2入力端に入力する第2の光合波器とを具備することを特徴とする光クロスコネクト装置。

【請求項2】前記第1の光分波器と前記第1の光マトリクススイッチの前記第1入力端との間に、該第1の光分波器により分波された各波長バンドの光信号を共通の一つの波長バンドの光信号に波長変換する第1の波長変換器を設け、

前記第1の光マトリクススイッチの前記第1出力端と前記第1の光合波器の入力端との間に、該第1出力端より出力される前記共通の波長バンドの光信号をそれぞれ異なる波長バンドの光信号に波長変換する第2の波長変換器を設けたことを特徴とする請求項1記載の光クロスコネクト装置。

【請求項3】前記第1の光分波器により分波される波長バンドの間隔と前記第2の光分波器の自由スペクトル間隔とを一致させ、

さらに前記第1の光マトリクススイッチの前記第1出力端と前記第1の光合波器の入力端との間、または前記第1の光分波器の出力端と前記第1の光マトリクススイッチの前記第1入力端との間に、前記第1の光合波器が入力の光信号を合波できるようにするための波長変換を行う波長変換器を設けたことを特徴とする請求項1記載の光クロスコネクト装置。

【請求項4】前記波長バンド内の波長チャネルの間隔を一定とし、

さらに前記第1の光マトリクススイッチの前記第2出力端と前記第2の光分波器の入力端との間、または前記第2の光合波器の出力端と前記第1光マトリクススイッチの前記第2入力端との間に、前記第2の光分波器に常に特定の波長バンドの光信号が入力されるようにするための波長変換を行う波長変換器を設けたことを特徴とする請求項1記載の光クロスコネクト装置。

【請求項5】前記第1の光マトリクススイッチの少なくとも一つの第3出力端から出力される任意の波長バンドの光信号をOAM処理部に導く構成としたことを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項記載の光クロスコネクト装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する分野】本発明は、例えば光ネットワークの各ノードにおいて、波長多重された光信号を切り替えて他のノードや端末等に出力する機能を有する光クロスコネクト装置に関する。

【0002】

【従来の技術】光通信の分野において、波長多重技術は大容量伝送が期待され、大容量ネットワークの構築に極めて重要な技術となっている。波長多重技術は、複数チャネルの信号を波長を異ならせて多重化して共通の光伝送路で伝送する技術であり、大容量の光クロスコネクト装置への適用も有望視されている。光クロスコネクト装置は、光ネットワークの各ノードに配置され、複数の入力ポートにそれぞれ入力される波長多重光信号の各波長チャネルの光信号を目的の出力ポートから出力するように切り替えたり、さらには光信号の分岐・挿入を行う機能を有する。

【0003】図8に、従来の光クロスコネクト装置の一例を示す。入力ポート81-1, 81-2にはそれぞれ波長多重光信号が入力され、光分波器82-1, 82-2によって各波長チャネル毎に分波される。分波された各波長チャネルの光信号は波長変換器83-1, 83-2により波長変換された後、光マトリクススイッチ84により切り替えられ、光合波器86-1, 86-2により合波されて出力ポート87-1, 87-2から出力される。波長変換器83-1, 83-2では、出力ポート87-1, 87-2の各一つに同じ波長チャネルの信号が出力されないように波長変換を行う。

【0004】このような光クロスコネクト装置において、波長多重光信号の各波長チャネルの光信号がどの出力ポートに出力されるべきかは予め分かっており、これに従って光マトリクススイッチ84では、各入力端に入力された各波長チャネルの光信号が目的の出力ポートに接続されている光合波器に入力されるように所定の出力端から出力される。この結果、特定の出力ポートに容量以上の情報が集中しない限り、任意の入力ポートへの波長多重信号の任意の波長チャネルの光信号を任意の出力

ポートに出力することが可能となる。

【0005】また、光マトリクススイッチ84では、光クロスコネクト装置が設けられる当該ノードで分岐されるべき波長チャネルの光信号が選択され、光合波器88を経て出力ポート87-3から出力される。

【0006】さらに、もう一つの入力ポート81-3からは当該ノードで挿入されるべき波長チャネルを含む波長多重光信号が入力され、光分波器89により波長チャネル毎に分波され、波長変換器90-2で波長が変換された後、光マトリクススイッチ84に入力され、挿入されるべき波長チャネルの光信号が選択されて、出力ポート87-1, 87-2から適宜出力される。

【0007】一般に、光マトリクススイッチは2つの入力端に入力される光信号を任意の組み合わせで2つの出力端から出力する 2×2 スイッチ要素を単位として構成される。 2×2 スイッチ要素の数は、光マトリクススイッチの入力端子数の2乗に比例する。図8に示した従来の光クロスコネクト装置では、光マトリクススイッチ84の入力端子数は入力ポート81-1, 81-2, 81-3にそれぞれ入力される波長多重光信号の波長チャネル数と入力ポート81-1, 81-2, 81-3の数の積であり、この積が例えば40を超えると、光マトリクススイッチ84の実現が実質上困難となる。

【0008】例えば、近年の波長多重数は16波を越え、32波や64波といった値が実用化されようとしているが、従来の光クロスコネクト装置では、このような波長多重数に対応できるようにすることは光マトリクススイッチの実現性から難しく、実現できたとしても装置の大型化、消費電力の増大、価格の上昇および信頼性の低下などの問題があり、到底実用に適さない。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】上述したように従来の光クロスコネクト装置では、扱う波長多重光信号の波長多重数が多くなると、光マトリクススイッチの入力端子数が増えて必要な 2×2 スイッチ要素の数が膨大なものとなるため、装置の実現が困難になるという問題点があった。

【0010】本発明の目的は、扱う波長多重光信号の波長多重数が多くなっても小さな規模で実現でき、小型、低消費電力、低価格および高信頼性の利点を有する光クロスコネクト装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明に係る光クロスコネクト装置では、少なくとも一つの第1入力ポートに入力される波長多重光信号が少なくとも一つの第1の光分波器に入力され、複数の波長チャネルを収容した波長バンド毎に分波される。この第1の光分波器により分波された各波長バンドの光信号は、第1の光マトリクススイッチの複数の第1入力端にそれぞれ入力され、この光マトリクススイッチの複数の

第1出力端の各一つからそれぞれ一括して出力される。第1の光マトリクススイッチの任意の複数の第1出力端から出力される各波長バンドの光信号は、第1の光合波器により任意の組み合わせで合波された後、複数の第1出力ポートより出力される。

【0012】一方、光クロスコネクト装置が設けられる当該ノードからの波長チャネル単位の光信号の分岐、および当該ノードへの波長チャネル単位の光信号の挿入は、次のようにして行われる。

【0013】すなわち、第1の光マトリクススイッチの少なくとも一つの第2出力端から、当該ノードから分岐されるべき波長チャネルを含む波長バンドの光信号が出力され、この波長バンドの光信号は第2の光分波器により波長チャネル毎に分波される。この第2の光分波器により分波された各波長チャネルの光信号は、第2の光マトリクススイッチの複数の第1入力端にそれぞれ入力され、第2の光マトリクススイッチの複数の第1出力端の各一つから第2出力ポートへ出力されることにより、波長チャネル単位の光信号の分岐が行われる。

【0014】一方、少なくとも一つの第2入力ポートより当該ノードに挿入されるべき各波長チャネルの光信号が入力され、この波長チャネルの光信号は、第2の光マトリクススイッチの複数の第2入力端にそれぞれ入力され、複数の第2出力端の各一つから出力される。そして、第2の光合波器により第2の光マトリクススイッチの第2出力端から出力される各波長チャネルの光信号が合波されて第1の光マトリクススイッチの少なくとも一つの第2入力端に入力されることにより、波長チャネル単位の光信号の挿入が行われる。

【0015】このように本発明の光クロスコネクト装置では、第1の光マトリクススイッチにおいて例えばノード間の転送のための光信号の切り替えを波長バンド単位で行い、第2の光マトリクススイッチにおいて光信号の分岐・挿入のための切り替えを波長チャネル単位で行うことにより、光マトリクススイッチ全体として必要な 2×2 スイッチ要素の数は格段に低減される。これにより、波長多重光信号の波長多重数が多くなっても光マトリクススイッチの規模は小さく抑えられ、小型、低消費電力、低価格および高信頼性が確保される。

【0016】本発明の一つの態様においては、第1の光分波器と第1の光マトリクススイッチの第1入力端との間に、第1の光分波器により分波された各波長バンドの光信号を共通の一つの波長バンドの光信号に波長変換する第1の波長変換器が設けられ、第1の光マトリクススイッチの第1出力端と第1の光合波器の入力端との間に、第1出力端より出力される前記共通の波長バンドの光信号をそれぞれ異なる波長バンドの光信号に波長変換する第2の波長変換器が設けられる。このようにすると、第1の光分波器は入力される光信号の波長バンドが共通であるから、全て同一の構成でよく、設計・製作が

容易となる。

【0017】本発明の他の態様によれば、第1の光分波器により分波される波長バンドの間隔と第2の光分波器の自由スペクトル間隔とが一致しており、さらに第1の光マトリクススイッチの第1出力端と第1の光合波器の入力端との間、または第1の光分波器の出力端と第1の光マトリクススイッチの前記第1入力端との間に、第1の光合波器が入力の光信号を合波できるようにするための波長変換を行う波長変換器が設けられる。このような構成にすると、第2の光分波器では各波長バンドの光信号から同じ条件で波長チャネル単位の分波を行うことができるので、第1の光マトリクススイッチの入力側に第1の光分波器で分波された各波長バンドの光信号を共通の波長バンドに変換するための波長変換器を設ける必要がなくなり、光クロスコネクト装置全体の規模はさらに小さくなる。

【0018】本発明の別の態様においては、波長バンド内の波長チャネルの間隔は一定とされ、さらに第1の光マトリクススイッチの第2出力端と第2の光分波器の入力端との間、または第2の光合波器の出力端と第1光マトリクススイッチの第2入力端との間に、第2の光分波器に常に特定の波長バンドの光信号が入力されるようにするための波長変換を行う波長変換器が設けられる。このように構成すると、第2の光分波器に対して光分波器の特性が良好な特定の波長バンドの光信号が入力されるように波長変換を行うことによって、第2の光分波器に対する特性的な要求が大幅に緩和される。

【0019】さらに、本発明においては第1の光マトリクススイッチの任意の少なくとも一つの第3出力端から出力される任意の波長バンドの光信号をOAM処理部、例えばビット誤り率測定器などに導く構成としてもよい。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

(第1の実施形態) 図1は、本発明の第1の実施形態に係る光クロスコネクト装置の構成を示す図である。複数の第1入力ポート1-1, 1-2には、それぞれ波長多重光信号が入力される。これら第1入力ポート1-1, 1-2に入力された波長多重光信号は、第1の光分波器2-1, 2-2にそれぞれ入力され、各波長バンド毎に分波される。ここで、波長バンドとは図2に示すようにある程度広い波長幅を有する帯域であり、1つの波長バンドの中に複数の波長チャネルを収容している。各波長チャネルには、光変調された1つの光信号が割り当てられている。また、図2に示す例では波長バンドの一つとして光バスの管理・制御を行うためにSVバンドが設けられており、このSVバンドを光ネットワークの各ノードで共用することにより、ネットワーク全体の管理・制御・運用が可能となっている。

10

20

30

30

40

50

【0021】図1に戻って説明を続けると、第1の光分波器2-1, 2-2から出力される各波長バンドの光信号は、第1の波長変換器3-1, 3-2によりそれぞれ一括に波長変換され、特定の共通の波長バンドの光信号に変換された後、第1の光マトリクススイッチ4の複数の第1入力端に入力される。第1の光マトリクススイッチ4では、第1入力端にそれぞれ入力される波長変換器3-1, 3-2からの共通の波長バンドの光信号を波長バンド単位で切り替えて、複数の第1出力端よりそれぞれ出力する。

【0022】こうして第1の光マトリクススイッチ4の第1出力端よりそれぞれ出力される共通の波長バンドの光信号は、第2の波長変換器5-1, 5-2により、第1の光合波器4-1, 4-2で合波できるようなそれぞれ異なる波長バンドの光信号に変換された後、光合波器4-1, 4-2に入力される。光合波器4-1, 4-2で合波された各波長バンドの光信号は、第1出力ポート7-1, 7-2より出力される。

【0023】第1入力ポート1-1, 1-2には例えば光伝送路を介して他のノードからの波長多重光信号が入力され、また第1出力ポート7-1, 7-2より出力される各波長バンドの光信号は、同様に光伝送路を介して他のノードへ転送される。例えば光ネットワークにおいて大都市間を接続する幹線などでは、ノード間の光信号の転送は波長チャネル単位でなく、このように波長バンド単位であっても構わない。

【0024】本実施形態の光クロスコネクト装置は、上記のように複数の第1入力ポート1-1, 1-2から入力される波長多重光信号を第1出力ポート7-1, 7-2より波長バンド単位で出力する機能とは別に、少なくとも一つの所望の波長チャネルの光信号を当該ノード(この光クロスコネクト装置が設けられたノード)から分岐(drop)させたり、少なくとも一つの所望の波長チャネルの光信号を当該ノードに挿入(insert)する機能を有する。このような分岐・挿入機能を実現するために、本実施形態の光クロスコネクト装置では、少なくとも二つの第2の光分波器9-1, 9-1、第2の光マトリクススイッチ10、第3の波長変換器11-1, 11-2および少なくとも二つの第2の光合波器12-1, 12-2が設けられている。

【0025】すなわち、当該ノードで分岐されるべき波長チャネルを含む波長バンドの光信号8は、第1の光マトリクススイッチ4の少なくとも一つの第2出力端から出力される。この光信号8は、第2の光分波器9-1により各波長チャネル毎に分波された後、第2の光マトリクススイッチ10の複数の第1入力端に入力される。第2の光マトリクススイッチ10では、第1入力端に入力される複数の波長チャネルの光信号から、当該ノードで分岐されるべき波長チャネルの光信号を選択して複数の第1出力端から出力する。

【0026】第2の光マトリクススイッチ10の第1出力端から出力される各波長チャネルの光信号は、第3の波長変換器11-2により第2の光合波器12-2で合波できるような波長の光信号に変換された後、光合波器12-2を経て第2出力ポート7-3から出力される。このようにして、波長チャネル単位の光信号の分岐が行われる。

【0027】一方、当該ノードで挿入されるべき波長チャネルを含む波長バンドの光信号は、第2入力ポート1-3より入力され、もう一つの第2の光分波器9-2により各波長チャネル毎に分波された後、第2の光マトリクススイッチ10の複数の第2入力端に入力される。第2の光マトリクススイッチ10では、第2入力端に入力される複数の波長チャネルの光信号から、当該ノードで挿入されるべき波長チャネルの光信号を選択して第2出力端から出力する。

【0028】第2の光マトリクススイッチ10の第2出力端から出力される各波長チャネルの光信号は、第3の波長変換器11-1により第2の合波器12-1で合波できるような波長の光信号に変換された後、光合波器12-1を経て第1の光マトリクススイッチ4の少なくとも一つの第2入力端に入力される。このようにして、波長チャネル単位の光信号の挿入が行われる。

【0029】さらに、本実施形態の光クロスコネクト装置は、OAM (Operation Administration and Maintenance: 運用管理保守) 処理機能を有し、このOAM処理についても波長バンド毎に行なうことができる構成となっている。すなわち、第1の光マトリクススイッチ4ではOAM処理対象の波長バンドの光信号が選択されて第3出力端から出力され、このOAM処理対象の波長バンドの光信号が光分波器9-3によって各波長チャネル毎に分波された後、ピット誤り率測定器14に入力され、ピット誤り率が測定される。

【0030】ここで、もしOAM処理対象の波長バンドを運用しながらピット誤り率を測定するのであれば、光マトリクススイッチ4のOAM処理ポートである第3出力端に接続されているスイッチ要素は、一部の光を分配するような動作点に設定すればよい。また、光分波器9-3へ供給される光信号の電力が小さい場合は、第1の光マトリクススイッチ4と光分波器9-3との間、または光分波器9-3とピット誤り率測定器14との間に光増幅器を挿入すればよい。

【0031】上記のように構成された本実施形態の光クロスコネクト装置では、第1の光マトリクススイッチ4において複数の波長チャネルを束ねた波長バンド単位での切り替えを行い、第2の光マトリクススイッチ10において光信号の分岐・挿入のための光信号の切り替えを波長チャネル単位で行うことにより、第1の光マトリクススイッチ4の入力端子数は波長チャネル数より格段に少なくて済むようになり、光マトリクススイッチ4の実

現が容易となると共に、第2の光マトリクススイッチ10の規模も小さく済み、光クロスコネクト装置全体の規模を小さくすることができる。

【0032】以下、この効果について具体的に説明する。今、第1入力ポート1-1, 1-2にそれぞれ入力される波長多重光信号の波長バンド数をM、1つの波長バンド内の波長チャネル数をNとすると、波長多重光信号の全波長チャネル数は $M \times N$ である。ここで、図8に示した従来の光クロスコネクト装置では、入力ポート8-1-1, 8-1-2の数を1とし、挿入のための入力ポート8-1-3の数を1とすれば、光マトリクススイッチ8-4には $(M \times N \times (L + 1))^2$ 個の 2×2 スイッチ要素が必要となる。

【0033】これに対して、本実施形態の光クロスコネクト装置では、同じく入力ポート1-1, 1-2の数を1とし、挿入のための入力ポート1-3の数を1とすれば、第1の光マトリクススイッチ4に必要な 2×2 スイッチ要素の数は $(M \times L)^2$ 個、第2の光マトリクススイッチ10に必要な 2×2 スイッチ要素の数は $(2 \times N)^2$ 個となり、光マトリクススイッチ4, 10に必要な 2×2 スイッチ要素の合計の数は大幅に低減される。具体的な数値例を挙げると、例えば $M=N=L=8$ とすれば、図8に示した従来の構成では光マトリクススイッチ8-4に $(8 \times 8 \times 9)^2 = 331, 776$ 個の 2×2 スイッチ要素が必要であるのに対し、本実施形態の構成では $(8 \times 8)^2 + (2 \times 8)^2 = 4, 352$ 個の 2×2 スイッチ要素で済むことになり、必要な 2×2 スイッチ要素の数は1/76にも低減されることになる。

【0034】なお、本実施形態は分岐されるべき波長チャネルや挿入されるべき波長チャネルが一つの場合であるが、これらの分岐・挿入されるべき波長チャネルがさらに多く存在するノードでは、必要に応じて第2の光分波器9-1, 9-2、第2の光合波器12-1, 12-2および第3の波長変換器11-1, 11-2などを増設すればよい。この点は、後述する第2～第5の実施形態においても同様である。ここで、本実施形態の光クロスコネクト装置では、第1の光マトリクススイッチ4からは共通の波長バンドの光信号が outputされるので、第2の光分波器9-1, 9-2を増設する場合でも、全て同一構成の光分波器を用いることができるという利点がある。

【0035】また、本実施形態ではそれぞれ複数の第1の光分波器2-1, 2-2と第1の光合波器4-1, 4-2が設けられているが、規模の小さいノードでは第1の光分波器と第1の光合波器は単数の場合もある得る。このことは、後述する第2～第5の実施形態においても同様である。

【0036】また、本実施形態ではノードから分岐される光信号として第2出力ポート7-3から波長多重信号が outputされ、ノードに挿入される光信号として第2入力

ポート1-3に波長多重光信号が入力されるとして説明したが、分岐・挿入される光信号は多重化されているとは限らず、第2の光合波器12-2や第2の光分波器9-2を用いずに、複数のパラレル信号線で分岐・挿入される光信号の伝送を行うようにしてもよい。この点は、後述する第2～第5の実施形態においても同様である。

【0037】さらに、本実施形態においては、第3の波長変換器11-1, 11-2を第2の光マトリクススイッチ10の出力端と第2の光合波器12-1, 12-2の入力端との間に挿入したが、各波長チャネルの光信号がどの出力ポートに出力されるべきかは予め分かっているので、図1中に破線で示すように、第2の光分波器9-1, 9-2の出力端と第2の光マトリクススイッチ10の入力端との間に第3の波長変換器15-1, 15-2を挿入してもよい。この点も、後述する第2～第5の実施形態においても同様である。

【0038】(第2の実施形態)次に、図3および図4を用いて本発明の第2の実施形態を説明する。図3は本実施形態の原理を説明するための図であり、図4は本実施形態に係る光クロスコネクト装置の構成を示す図である。図1と同一部分に同一の参照符号を付して第1の実施形態との相違点を中心に説明する。

【0039】本実施形態では、図3(a)に示す第1の光分波器2-1, 2-2によって分波される波長バンドの間隔と図3(b)に示す第2の光分波器9-1, 9-2, 9-3の自由スペクトル間隔F S Rを一致させた点、および図1における第1の光分波器2-1, 2-2の出力端と第1の光マトリクススイッチ4の第1入力端との間に設けられた第1の波長変換器3-1, 3-2が除去されている点が第1の実施形態と異なっている。

【0040】一般に、光分波器は一つの出力端から唯一つの波長の光信号を出力するのではなく、図3(b)に示すように一定間隔ずつ離れた複数の波長の光信号を出力する特性を持っている。この間隔を自由スペクトル間隔F S Rという。本実施形態のように、第1の光分波器2-1, 2-2によって分波される波長バンドの間隔を第2の光分波器9-1, 9-2, 9-3の自由スペクトル間隔F S Rに等しく設定すると、第2の光分波器9-1, 9-2, 9-3は各波長バンドの光信号から同じ条件で波長チャネル単位の分波を行うことができるので、図1で必要であった第1の光マトリクススイッチ4の入力側の波長変換器3-1, 3-2を省略することができる。従って、本実施形態によると波長変換器3-1, 3-2を省略できる分だけ光クロスコネクト装置全体の規模がさらに小さくなり、小型化、低価格化、低消費電力化に一層有利となる。

【0041】第1の光マトリクススイッチ4の第1出力端よりそれぞれ出力される波長バンドの光信号は、図1における波長変換器5-1, 5-2と同様に、波長変換器21-1, 21-2により第1の光合波器4-1, 4

-2で合波できるような波長バンドの光信号に変換された後、光合波器4-1, 4-2に入力される。なお、本実施形態では第1の光分波器2-1, 2-2により分波される各波長バンドの光信号は、第1の実施形態のように波長変換器3-1, 3-2によって同一の波長バンドに変換されないため、第1の光マトリクススイッチ4の出力側に設けられる波長変換器21-1, 21-2は、図1における共通の波長バンドの光信号が入力される波長変換器5-1, 5-2とはその機能が若干異なる。

【0042】(第3の実施形態)図5は、図4に示した第2の実施形態を変形した本発明の第3の実施形態に係る光クロスコネクト装置の構成を示している。本実施形態においても、第2の実施形態と同様に、第1の光分波器2-1, 2-2によって分波される波長バンドの間隔と、第2の光分波器9-1, 9-2, 9-3の自由スペクトル間隔F S Rとを一致させている。

【0043】そして、本実施形態では図4中の第1の光マトリクススイッチ4の出力側に挿入された波長変換器21-1, 21-2が除去され、代わりに第1の光マトリクススイッチ4の入力側に波長変換器22-1, 22-2が挿入されている。第1の光分波器2-1, 2-2から出力される各波長バンドの光信号がどの出力ポートに出力されるべきかは予め分かっており、これに従って波長変換器22-1, 22-2ではある波長バンドの光信号が複数の出力ポート7-1, 7-2から同時に出力されないように、また目的の出力ポートに接続された光合波器で合波されるように波長変換を行う。

【0044】波長変換器22-1, 22-2は、入力された光信号を任意の波長バンドに変換する機能を必要とするため、波長変換器としてはやや複雑なものになるが、第2の光分波器9-1, 9-3に対してはそれぞれある特定の波長バンドの光信号のみを供給することができるので、第2の光分波器9-1, 9-3に対する特性的な要求は大幅に緩和される。

【0045】すなわち、第1の光分波器2-1, 2-2により分波される波長バンドの間隔を第2の光分波器9-1, 9-3の自由スペクトル間隔と一致させたとしても、光分波器は通常、特定の波長バンドの光信号に対してクロストーク特性や光損失特性が最も良くなるよう設計されており、この特定の波長バンドから入力の光信号が外れるに従い特性が劣化する傾向にある。従って、本実施形態に基づいて第2の光分波器9-1, 9-2, 9-3に光分波器の特性が良好な波長バンドの信号のみが入力されるようにすると、第2の光分波器9-1, 9-2, 9-3に対する特性的な要求が大幅に緩和されることになる。

【0046】(第4の実施形態)図6は、本発明の第4の実施形態に係る光クロスコネクト装置の構成を示す図である。本実施形態では、第2の光分波器9-1, 9-2, 9-3の自由スペクトル間隔に第2、第3の実施形

態のような特別な条件はなく、代わって第1の光分波器2-1, 2-2により分波される各波長バンド内の波長チャネルの間隔を一定としている。

【0047】そして、第2の光分波器9-1, 9-2, 9-3のうち、第1の光マトリクススイッチ4から出力される光信号が入力される9-1, 9-3の入力側に、これらの光分波器9-1, 9-3に対して常に特定の波長バンドの光信号が入力されるように光信号の波長変換を行うための波長変換器21-3, 21-4が挿入されている。

【0048】本実施形態では、新たに波長変換器21-3, 21-4が必要となるが、これらの波長変換器21-3, 21-4により常に一定の波長バンドの光信号が第2の光分波器9-1, 9-3に供給されるので、これらの光分波器9-1, 9-3に対する特性的な要求が大幅に緩和されるという利点がある。

【0049】(第5の実施形態)図7は、図6に示した第4の実施形態を変形した本発明の第5の実施形態に係る光クロスコネクト装置の構成を示す図であり、各波長バンド内の波長チャネルの間隔が一定という条件は第4の実施形態と同様である。

【0050】本実施形態では、図6において第1の光マトリクススイッチ4の出力側に挿入されていた波長変換器21-1, 21-2, 21-3, 21-4が除去され、代わって第1の光マトリクススイッチ4の出力側に波長変換器23-1, 23-2, 23-3が挿入されている。

【0051】第1の光分波器2-1, 2-2から出力される各波長バンドの光信号がどの出力ポートに出力されるべきかは予め分かっており、これに従って波長変換器23-1, 23-2ではある波長バンドの光信号が出力ポート7-1, 7-2に同時に出力されないように、また目的の出力ポートに接続されている光合波器で合波されるように、さらに第2の光分波器9-1, 9-3へ出力される光信号がこれらの光分波器9-1, 9-3が分波する特定の波長バンドの光信号に変換されるように波長変換を行う。

【0052】また、第2の光合波器12-1からは常に特定の波長バンドの光信号が出力されるため、これを所望の波長バンドの光信号に変換するための波長変換器23-3が光合波器12-1の出力端と第1の光マトリクススイッチ4の入力端との間に挿入されている。

【0053】これらの波長変換器23-1, 23-2, 23-3は、光信号を任意の波長バンドに変換する機能を必要とするため、波長変換器としてはやや複雑なものになるが、必要な個数は図6の場合より一つ少なくなる。

【0054】

【発明の効果】以上説明したように、本発明では第1の光マトリクススイッチにおいてモード間で転送される光信号の切り替えを波長バンド単位で行い、第2の光マトリクススイッチにおいて光信号の分岐・挿入のための切り替えを波長チャネル単位で行うことにより、光マトリクススイッチに必要なスイッチ要素数を大幅に低減することができる。

【0055】従って、本発明によれば波長多重光信号の波長多重数が増大しても、光マトリクススイッチの規模を小さく抑えることが可能であり、大容量の波長多重光信号を自在に切り替える機能を有する小型、低消費電力、低価格および高信頼性の光クロスコネクト装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る光クロスコネクト装置の構成を示す図

【図2】本発明の光クロスコネクト装置で扱う光多重信号の構造を示す図

【図3】本発明の第2および第3の実施形態における光多重信号の波長バンドと第2の光分波器の自由空間スペクトラル間隔の関係を示す図

【図4】本発明の第2の実施形態に係る光クロスコネクト装置の構成を示す図

【図5】本発明の第3の実施形態に係る光クロスコネクト装置の構成を示す図

【図6】本発明の第4の実施形態に係る光クロスコネクト装置の構成を示す図

【図7】本発明の第5の実施形態に係る光クロスコネクト装置の構成を示す図

【図8】従来の光クロスコネクト装置の構成を示す図

【符号の説明】

1-1, 1-2, 1-3…入力ポート

2-1, 2-2…第1の光分波器

3-1, 3-2…波長変換器

4…第1の光マトリクススイッチ

5-1, 5-2…波長変換器

6-1, 6-2, 6-3…第1の光合波器

7-1, 7-2, 7-3…出力ポート

9-1, 9-2…第2の光分波器

10…第2の光マトリクススイッチ

11-1, 11-2…波長変換器

12-1, 12-2…第2の光合波器

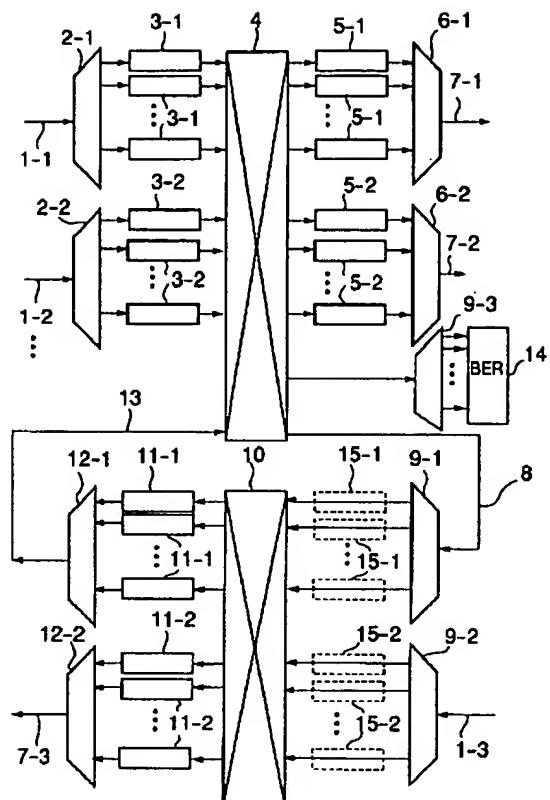
14…ピット誤り率測定器

21-1, 21-2, 21-3, 21-4…波長変換器

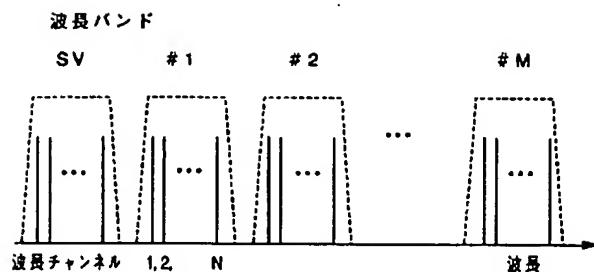
22-1, 22-2…波長変換器

23-1, 23-2, 23-3…波長変換器

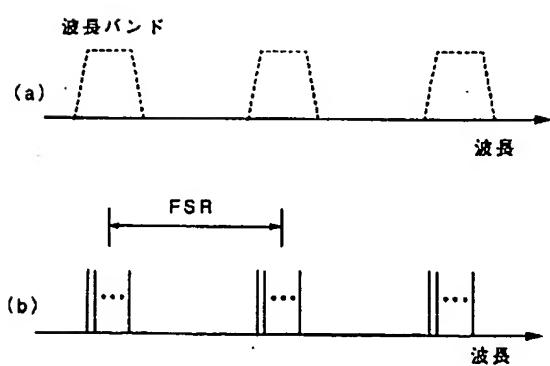
【図1】



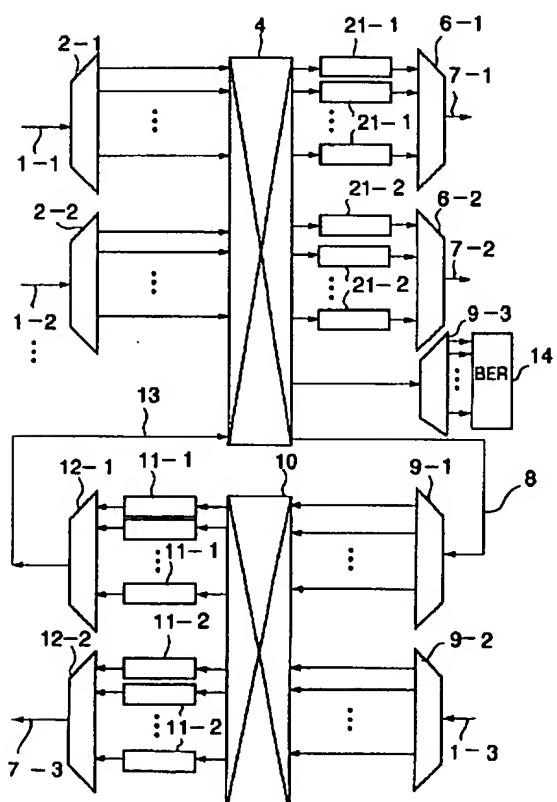
【図2】



【図3】

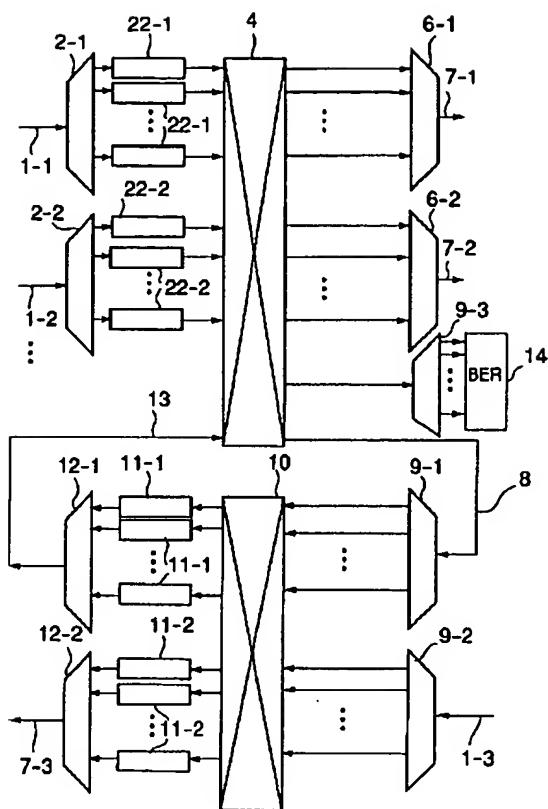


【図4】

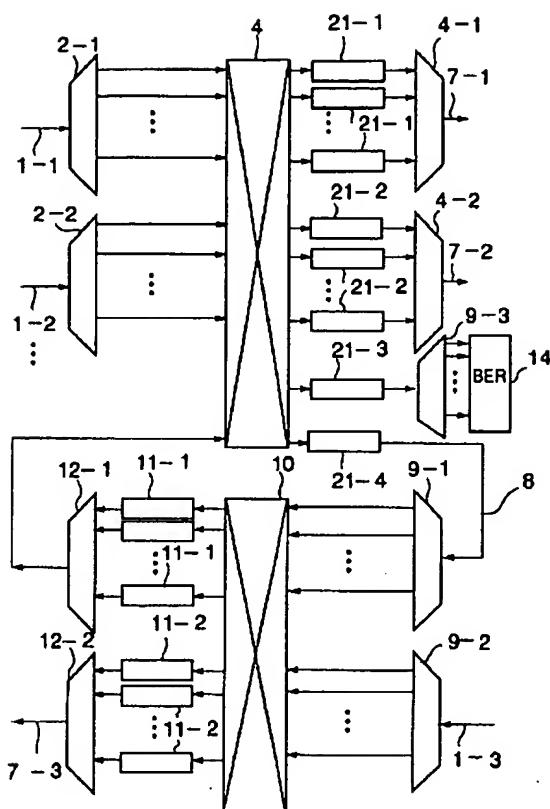


BEST AVAILABLE COPY

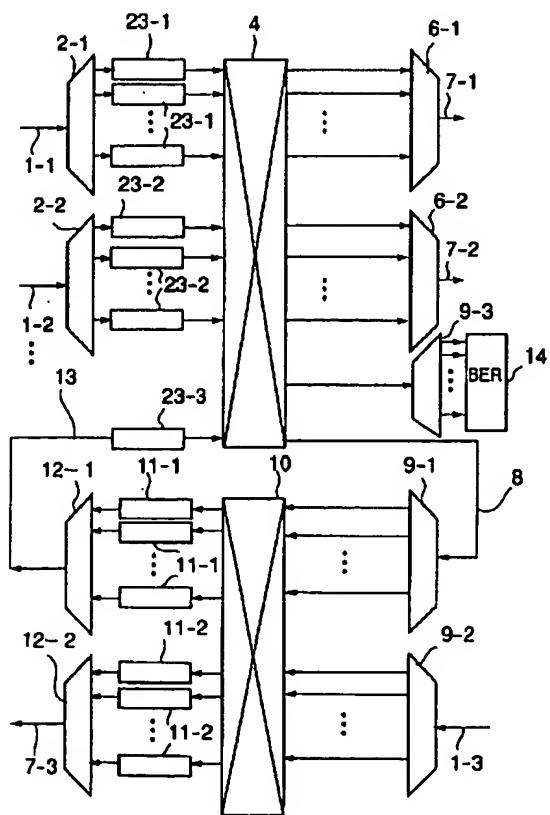
【図5】



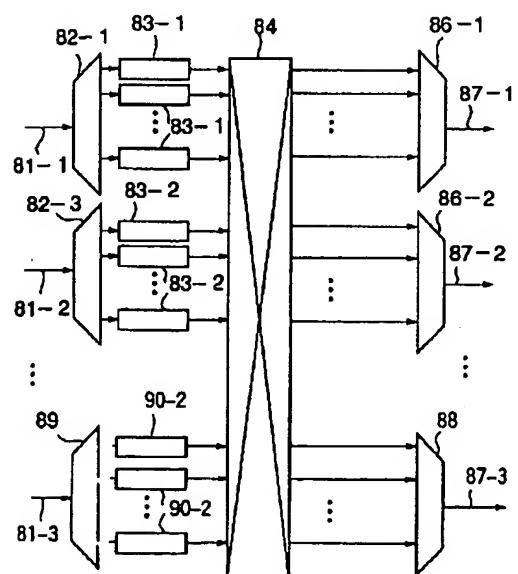
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5K002 BA05 BA06 CA05 DA02 DA13
EA05
5K022 AA01 AA12
5K030 GA05 GA11 JA01 JA12 JL03
KX30 LA17 MA04 MB05
5K069 AA16 BA09 CB10 DB07 DB31
EA24 EA25 EA26

BEST AVAILABLE COPY